

*Praca oryginalna*

EMILIA KOLARZYK<sup>1</sup>, MAŁGORZATA SZADY-GRAD<sup>2</sup>, ANNA JANIK<sup>1</sup>

STĘŻENIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH WE WŁOSACH DZIECI  
PRZEDSZKOLNYCH W ODNIESIENIU DO ICH STANU ODŻYWIENIA

*CONCENTRATION OF BIOELEMENTS IN HAIR OF PRE-SCHOOL  
CHILDREN IN RELATION TO THEIR STATE OF HEALTH*

*СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ  
ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ РАЦИОНА  
ПИТАНИЯ*

*ЗМІСТ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ВОЛОССЯХ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО  
ВІКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ*

<sup>1</sup>Z Zakładu Higieny i Ekologii, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medium  
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. E. K o l a r z y k

<sup>2</sup>Z Katedry i Zakładu Higieny i Epidemiologii  
Collegium Medium im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet w Toruniu  
Kierownik Zakładu: dr hab. med. J. K l a w e

Celem badania było określenie czy istnieje zależność między stężeniem wybranych składników mineralnych we włosach dzieci, a wartością wskaźnika BMI i udziałem tkanki tłuszczowej w całkowitej masie ciała.

**SŁOWA KLUCZOWE:** analiza pierwiastkowa włosów, BMI, tłuszczowa masa ciała, dzieci przedszkolne.

**KEY WORDS:** bioelements in hair, BMI, fat tissue mass, pre-school children.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** элементный анализ волос, ИМТ, жировая масса тела, дети дошкольного возраста.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** елементний аналіз волосся, ІМТ, жирова маса тіла, діти дошкільного віку.

Składniki mineralne należą do związków zaliczanych do niezbędnych w żywieniu ludzi i jako takie muszą być dostarczane z pożywieniem w odpowiednich proporcjach i ilościach [4, 10]. Na prawidłowy stan odżywienia pierwiastkami mineralnymi wpływa nie tylko ich podaż w codziennej diecie (zależna od sposobu odżywiania i od zawartości pierwiastków w produktach spożywczych), ale także ich biodostępność. Biodostępność spożywanych składników mineralnych modyfikowana jest przez szereg czynników egzo-i endogennych takich jak: stan zdrowia, wiek, płeć, stres, sprawność funkcjonalna przewodu pokarmowego, czas pasaży jelitowego, interakcje pomiędzy równocześnie spożywanymi składnikami mineralnymi, wcześniejsze

lub równoczesne spożywanie określonego rodzaju żywności oraz obróbka kulinarna żywności [12, 2].

Ze względu na znaczenie biopierwiastków dla prawidłowego funkcjonowania organizmu istotna jest możliwość określania poziomu ich stężeń w organizmie człowieka, zarówno w stanach zdrowia jak i choroby. Alternatywą dla badań biochemicznych zawartości składników mineralnych przeprowadzanych w oparciu o analizę krwi pełnej, surowicy czy moczu, mogłyby być badania poziomu zawartości składników mineralnych we włosach lub paznokciach. Jest to metoda nieinwazyjna i pozwala na ocenę faktycznego stanu wysycenia organizmu związkami mineralnymi w okresie około dwóch, trzech miesięcy poprzedzających badanie. W licznych publikacjach potwierdzono diagnostyczną użyteczność analizy zawartości składników mineralnych, zarówno u osób zdrowych jak i w stanach chorobowych [7, 11, 1, 8].

#### CEL BADANIA

Celem badania było określenie stężenia wybranych składników mineralnych we włosach w grupie dzieci przedszkolnych w powiązaniu ze stanem ich odżywienia, określanym wartością wskaźnika BMI i udziałem tkanki tłuszczowej w całkowitej masie ciała.

#### MATERIAŁ I METODY

Kompleksowym badaniem sposobu żywienia i stanu odżywienia objęto 74 dzieci przedszkolnych w wieku 4,5 - 7,5 lat, z różnych dzielnic Krakowa. Stan odżywienia został oceniony wartościami wskaźnika BMI oraz tłuszczowej masy ciała. Tłuszczową masę ciała oznaczono metodą bliskiej podczerwieni przy użyciu Analizatora Składu Ciała Futrex 6100/ZL. Sposób żywienia oceniono w oparciu o ilościowy kwestionariusz częstotliwości spożycia, wypełniany przez rodziców badanych dzieci. Stężenie we włosach następujących pierwiastków: żelaza, miedzi, wapnia, magnezu, sodu, potasu, cynku, krzemu i manganu oznaczone zostało metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej (aparat AAnalyst 800 firmy Perkin-Elmer).

#### WYNIKI

Średnia wieku 74 badanych dzieci wynosiła  $5,65 \pm 1,3$  lat; masa ciała -  $20,64 \pm 4,61$  kg; wysokość ciała -  $113,36 \pm 9,27$  cm; BMI -  $15,9 \pm 1,99$  kg/m<sup>2</sup>.

Porównanie wartości analizowanych pierwiastków mineralnych uzyskanych z badań włosów oraz wyliczonych z diety (w oparciu o dane uzyskane z ilościowego kwestionariusza częstotliwości spożycia, wypełnianego przez rodziców) przedstawione są w tabeli I.

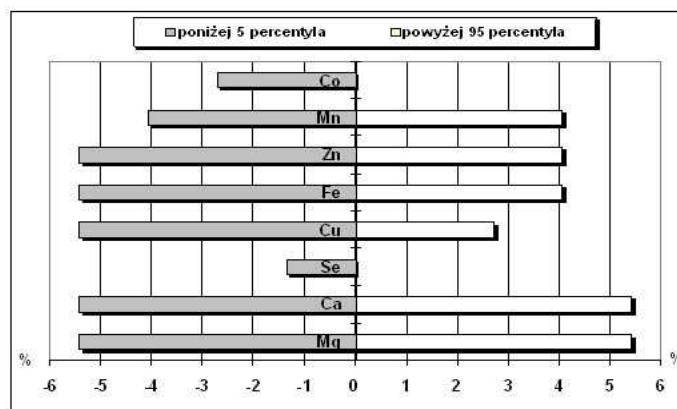
**Tabela I.** Wartości pierwiastków mineralnych uzyskanych z badań włosów oraz wyliczonych z diety

*Table I. Analysis of bioelements obtained from the examinations of hair and calculated from diet*  
*Таблица I. Содержание минеральных веществ полученных в результате исследований волос и рассчитанных из диеты*

*Таблиця I. Зміст мінеральних речовин отриманих в результаті досліджень волосся і розрахованих з дієти*

Składniki Mineralne	Średnia		SD	
	Włosy (µg/g)	Dieta (mg)	Włosy (w µg/g)	Dieta (mg)
Magnez (Mg)	44,63	326,14	15,23	92,41
Wapń (Ca)	296,00	828,00	100,40	291,24
Miedź (Cu)	11,59	1,13	2,02	0,35
Żelazo (Fe)	16,21	10,97	2,72	3,77
Cynk (Zn)	152,30	9,61	39,30	2,71
Mangan (Mn)	2,68	3,76	0,88	1,34
Selen (Se)	0,49	-	0,02	-
Kobalt (Co)	0,053	-	0,013	-

Należy podkreślić, że zawartość niektórych składników mineralnych w diecie, w szczególności magnezu, miedzi i żelaza w porównaniu do RDA wykazywała znaczne przekroczenia [5].

**Ryc 1.** Odsetek dzieci z wartościami składników mineralnych poniżej 5-go i powyżej 95-go centyla

*Fig. 1. Percentage of children with bioelements values below 5th centile and over 95th centile*

*Рис. 1. Процент детей с содержанием минеральных веществ ниже 5-го и выше 95-го процентиля*

*Мал. 1. Відсоток дітей з вмістом мінеральних речовин нижче 5-го і вище 95-го процентиля*

Analiza stężeń badanych składników mineralnych (ryc. 1) wykazała, że 4 dzieci miało niedobory (poniżej 5 centyla) przynajmniej jednego spośród wymienionych pierwiastków: magnez, wapń, miedź, żelazo i cynk. Niedobory manganu stwierdzono u 3 dzieci, kobaltu u 2 dzieci i selenu u jednego dziecka.

Nadmiary (powyżej 95 centyla) zarówno manganu jak i wapnia stwierdzono we włosach 4 dzieci, po 3 dzieci miało nadmiary żelaza, cynku i manganu, dwoje - nadmiar miedzi. Nie stwierdzono natomiast nadmiarów selenu i kobaltu. Z wartością BMI korelowało tylko stężenie Mg we włosach ( $r = -0.36$ ). Odsetkowa zawartość tkanki tłuszczowej w całkowitej masie ciała korelowała ze stężeniem Ca ( $r = +0.32$ ) i Fe ( $r = +0.45$ ) we włosach.

#### DYSKUSJA

Oznaczanie stężeń pierwiastków w materiale biologicznym, jakim są włosy jest metodą nieinwazyjną i bezbolesną, jednak mało wykorzystaną w praktyce pediatrycznej. Powszechne zastosowanie tej metody diagnostycznej jest trudne, ponieważ wymaga kosztownego sprzętu (spektrometr absorpcji atomowej, mineralizator), ale przede wszystkim dużej wiedzy i doświadczenia z zakresu analityki, biochemii, fizjologii i patofizjologii. Otrzymany wynik musi spełniać wszystkie wymogi stawiane w diagnostyce medycznej, a jego interpretacja wymaga interdyscyplinarnej wiedzy medycznej [9, 6]. Z tego powodu analiza pierwiastkowa włosów nie znajduje szerokiego zastosowania praktycznego. Analiza ta powinna być traktowana nie tylko jako diagnostyczne narzędzie, ale jako bardzo czuła metoda określająca szeroko rozumiane zaburzenia homeostazy. Ma ona przewagę nad analizą składu mineralnego krwi [3]. Określenie zawartości pierwiastków w surowicy w danym momencie nie oddaje aktualnej ilości tych pierwiastków w całym organizmie, gdyż na poziom stężeń w surowicy może mieć wpływ zarówno uruchomienie rezerw w tkankach jak i tworzenie depozytu tkankowego. Mimo pozornie prawidłowego stężenia w surowicy zawartość pierwiastków w organizmie może być niedostateczna, gdyż aktualne stężenie jest rezultatem wyrównywania stężeń przez mechanizmy homeostatyczne.

#### WNIOSKI

1. Nadmiary i niedobory składników mineralnych we włosach nie były ściśle związane z nieprawidłowościami stanu odżywienia i stwierdzano je zarówno u dzieci z niedowagą jak i nadwagą (ocenianą wartością wskaźnika BMI) oraz u dzieci z nadmierną (powyżej 95 centyla) jak i niedoborową (poniżej 5 centyla) zawartością tkanki tłuszczowej.

2. Konieczne jest wypracowanie bardziej precyzyjnych zasad przeprowadzenia analizy pierwiastkowej włosów (APW) dzieci przedszkolnych, aby określić nie tylko stan mineralny w wymiarze bezwzględnym, ale uwzględnić wzajemne korelacje i wpływ mechanizmów homeostatycznych.

E. Kolarzyk, M. Szady-Grad, A. Janik

#### CONCENTRATION OF BIOELEMENTS IN HAIR OF PRE-SCHOOL CHILDREN IN RELATION TO THEIR STATE OF HEALTH

##### Summary

The determination of the concentration of bioelements in hair is approached as a non-invasive method of measurement of the actual state of nutrition with those compounds within the period of approximately two months preceding the study.

The objective of the study was the determination whether there is a relationship between the concentration of selected bioelements in hair of pre-school children from Cracow, the value of the BMI index and percentage of the fatty tissue in the total body mass.

A complex study of the mode of nutrition and nutritional status covered 74 pre-school children aged 4.5-7 years from various quarters of Cracow. Nutritional status was assessed by the values of the BMI index and fat tissue mass. The concentration in hair of the following elements: ferrum, copper, calcium, magnesium, sodium, potassium, zinc, cobalt, and manganese was determined by the method of atomic absorption spectrophotometry with the use of Perkin-Elmer AAnalyst 800 spectrophotometer.

No significant relationship was observed between the concentration of Ca, Se, Cu, Fe, Zn, and Co in hair of the children examined and their nutritional status. Excess and deficiency of the bioelements analysed in hair were noted both in underweight and overweight children, and those with excessive weight (over 95 centile) and with fat tissue mass below 5th centile.

Э. Коляжик, М. Шады-Град, А. Яник

#### СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ РАЦИОНА ПИТАНИЯ

##### Аннотация

Определение содержания минеральных веществ в волосах считается неинвазивным методом определения их фактического содержания в питании в период около двух месяцев, предшествующих обследованию.

Целью данного исследования было определение, есть ли связь между концентрацией некоторых минеральных веществ в волосах детей дошкольного возраста из Кракова и величиной ИМТ, а также долей жировой ткани в общей массе тела.

Всеобъемлющее исследование диеты и питания детей дошкольного возраста охватило 74 ребенка в возрасте от 4,5 до 7,5 лет, из различных районов Кракова. Состояние питания оценивалось величиной ИМТ и жировой массой тела. Концентрация в волосах таких элементов, как: железо, медь, кальций, магний, натрий, калий, цинк, кремний и марганец была определена атомно-абсорбционной спектроскопией с использованием камеры AAnalyst 800 фирмы Perkin-Elmer.

Не обнаружено существенной взаимосвязи между концентрацией Ca, Se, Cu, Fe, Zn, Co в волосах детей и их питанием. Избытки и недостатки проанализированных минералов в волосах, наблюдались как у детей с недостаточной массой тела, так и с избыточным весом, а также у детей с избыточным (выше 95-го перцентиля) и с дефицитным (<5 перцентиля) содержанием жировой ткани в организме.

Е. Коляжик, М. Шади-Град, А. Янік

# ЗМІСТ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ВОЛОССЯХ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ

## Анотація

Визначення вмісту мінеральних речовин у волоссі вважається неінвазивним методом визначення фактичного харчування цими сполуками в період близько двох місяців, що передують обстеженню.

Метою даного дослідження було визначення, чи є зв'язок між концентрацією деяких мінеральних речовин у волоссі дітей дошкільного віку з Кракова і величиною ІМТ, а також часток жирової тканини в загальній масі тіла.

Комплексові дослідження дієти та харчування дітей дошкільного віку охопило 74 дитини у віці від 4,5 до 7,5 року, з різних районів Кракова. Стан харчування оцінювався величиною ІМТ і жировою масою тіла. Концентрація в волоссі таких елементів, як: залізо, мідь, кальцій, магній, натрій, калій, цинк, кремній і марганець була визначена атомно-абсорбційною спектроскопією з використанням камери AAnalyst 800 фірми Perkin-Elmer.

Не виявлено суттєвого взаємозв'язку між концентрацією Ca, Se, Cu, Fe, Zn, Co у волоссі дітей та їх харчуванням. Надлишки і недоліки проаналізованих мінералів у волоссі, спостерігалися, як у дітей з недостатньою масою тіла, так і з надмірною вагою, а також у дітей з надмірним (вище 95-го перцентиль) і з дефіцитним (<5 перцентиль) вмістом жирової тканини в організмі.

## PIŚMIENNICTWO

1. Bissé E., Renner F., Sußmann S., Scholmerich J., Wieland H.: Hair iron content: possible marker to complement monitoring therapy of iron deficiency in patients with chronic inflammatory bowel diseases? Clin. Chem., 1996, 42, 8, 1270-1274.
2. Burlingame B.: Food processing and the fate of food components. J Food Compos Anal 2006, 19, 4, 251-255.
3. Dunicz-Sokołowska A., Radomska K., Długaszek M., Graczyk A.: Contents of bioelements and toxic metals in the Polish population determined by hair analysis, Part.1. Children aged 1 to 10 years. Magnes Res 2006, 19, 1, 35-45.
4. Hallberg L., Sandström B., Aggett P.J.: Iron, Zinc and other trace elements In: Human Nutrition and Dietetics Garrow J.S, James W.P.T (ed) Churchill, Livingstone, 1993, 174-202.
5. Normy żywienia człowieka Podstawy prewencji otyłości i chorób zakaźnych, Red. Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B.: Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008, 442-445.
6. Karczewski J.K. Microelements in hair - biochemical and diagnostic aspects Post Hig Med. Dośw 1998, 52, 283-295.
7. Lech T., Garlicka A.: Zawartość magnezu i wapnia w surowicy i włosach dzieci i młodzieży ze schorzeniami układu nerwowego. Przegl. Lek., 2000, 57, 7-8.
8. Piccinini L., Borella P., Bargellini A., Medici C.I., Zoboli A.: A case control study on selenium, zinc and copper in plasma and hair of subjects affected by breast and lung cancer. Biol. TraceElem. Res., 1996, 51, 23-29.
9. Radomska K., Graczyk A., Konarski J.: Contents of macro - and microelements in human body determined by hair analysis. Population study. Clin Chem Enzym Comms 1993, 5, 105-118.
10. Smith R.: Bone mineral In: Human Nutrition and Dietetics Garrow J.S, James W.P.T. (ed) Churchill Livingstone, 1993, 162-173.

11. Teresa M., Vasconcelos S.D., Tavares H.M.F.: Trace element concentrations in blood and hair of young apprentices of a technical-professional school. *Sci. Total Environ.*, 1997, 205, 189-199.

12. Watzke H J: Impact of processing on bioavailability examples on minerals in foods. *Trends Food Sci Technol* 1998, 9, 8-9, 320-327.

Data otrzymania: 20. 09. 2010 r.

Adres Autorów: 31-034 Kraków, ul. Kopernika 7, Zakład Higieny i Ekologii, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum.